

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 30 日現在

機関番号：32520

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26730071

研究課題名(和文) 運動情報と注意に関する比較認知研究

研究課題名(英文) Comparative cognitive studies on motion and attention

研究代表者

中村 哲之 (NAKAMURA, NORIYUKI)

東洋学園大学・人間科学部・講師

研究者番号：10623465

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、運動する複数の刺激に対する注意の向け方がヒトを含めた動物間においてどのように類似しているのか、または異なっているのかを調べた。ヒトや他の動物種で運動情報の体制化が促されるような実験条件でテストをした結果、ハトではこうした条件においても体制化が生じないことが分かった。本研究の結果を、静止図形を用いた知覚体制化に関する先行研究と照らし合わせながら、知覚メカニズムや運動情報処理の生態学的制約について検討した。

研究成果の概要(英文)：The present study examined species similarities and differences in attention to moving objects among animals including humans. Pigeons did not experience perceptual organization of moving objects in the experimental situations in which humans and some non-human animals experienced perceptual organization. Perceptual mechanisms and ecological constraints on processing of moving objects were discussed in the context of previous studies on perceptual organization of static stimuli.

研究分野：比較認知心理学

キーワード：比較認知 認知心理学 知覚心理学 運動情報 知覚的体制化

1. 研究開始当初の背景

ヒトを含む動物にとって、適切な環境認識は生存していくうえで重要な能力である。そうした環境認識には、外界に存在する事物の色や形、音、匂いなど、様々な手がかりが利用されていると考えられるが、そのなかでも運動情報は最も重要な手がかりの一つであろう。なぜなら、捕食者、獲物、同種他個体などといった環境内の重要な対象は、それ自体が動きを伴うことが多いためである。多くの事物のなかからこのような重要な標的を検出するためには、標的がもつ運動情報に対して迅速かつ正確に注意を向けることが必要である。

運動情報処理に関わる注意のメカニズムを解明するために、ヒトを対象とした数多くの研究では、複数の妨害刺激のなかから1つの標的刺激を探す視覚探索課題が用いられてきた。それにより、様々な理論やモデルが構築されるに至った(熊田, 2003)。一方で、そうした情報処理過程に関する生態学的な観点からの検討はほとんど行われてこなかった。ハトのように、ヒトとは生態的に大きな違いのある動物を用いた研究は、単にある異なる運動パターン間の違いを弁別できるかを調べるものであった(例えば、Emmert, 1986; Bischof et al., 1999)。

こうした問題認識から、本研究代表者は、ハトとヒトにおける視覚探索課題を用いた運動情報処理に関する比較研究をおこなってきた。

実験Aでは、回転方向の違いにより拡大または縮小運動が知覚される対数螺旋刺激(図1)の一方を標的刺激、他方を妨害刺激とした視覚探索課題において、ハトでもヒト同様に、縮小する刺激のなかから拡大する刺激を探す方がその逆よりも容易であることを示した。(Nakamura & Jitsumori, 2012; 2011年度日本基礎心理学会・優秀発表賞)。

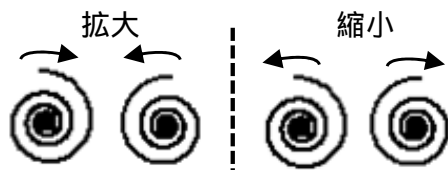


図1. 実験AとBで用いた対数螺旋刺激。矢印は回転方向を示す。

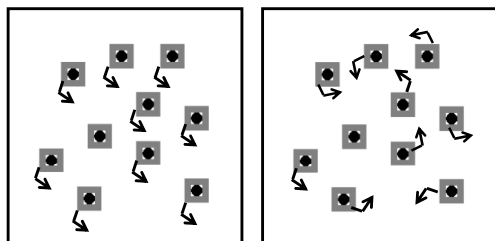


図2. 実験Cの試行例。矢印は妨害刺激の運動方向を示す。左: 斉一運動条件。右: 異なる方向に運動する条件。

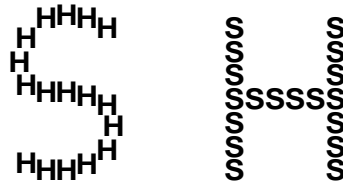


図3 Navon型階層図形の例

実験Bでは、この螺旋刺激の回転速度を変化させた(標的刺激の速度2種×妨害刺激の速度2種の計4条件)。ハトでは、標的刺激の速度が速い又は妨害刺激の速度が遅いときに、画面に刺激が呈示されてから標的刺激に反応するまでの時間が短くなった。速く回転する刺激に対して注意が向けられやすい、ボトムアップ的な注意の誘導が生じていることが示された。ヒトの結果は、標的刺激が速いときに反応時間が短い点はハトと同じであったが、標的刺激と妨害刺激の速度が異なる試行では、それらの速度が同じ試行よりも反応時間が短い点で異なった。つまりヒトでは、ボトムアップ的な注意の誘導に加え、「画面内に一つだけ異なる速度の刺激があるか」というトップダウン的な注意の誘導も生じていることが示された(中村・實森、2013)。

実験Cでは、斉一運動又は異なる方向に運動する妨害刺激のなかから静止した標的を探す課題(図2)を行った。ヒトでは斉一運動する妨害刺激が知覚的に体制化され、それらをまとめて回避することで標的の探索が容易となったが、ハトではそうした現象は確認されなかった(2010年度日本動物心理学会・優秀発表奨励賞)。

これらの実験から、運動する刺激を用いた視覚探索課題をハトは迅速に学習すること、ハトの行動を分析する上で反応時間が適切な指標であることが分かった。さらに、個々の刺激の運動情報処理(実験Aの拡大・縮小運動の知覚、実験Bのボトムアップ的な注意の誘導)では種間で類似した結果を得た一方で、複数の刺激間の関係性についての認識(実験Bのトップダウン的な注意の誘導、実験Cの斉一運動の知覚的体制化)では顕著な種差を確認した。ハトを用いた運動情報に関する視覚探索課題はほとんど行われてこなかったが、この課題がハトにとって生態学的に極めて合理的なものであることを本研究代表者は明らかにした。

本研究では、この確立された実験パラダイムをさらに発展させることで、運動する複数の刺激に対する注意の向け方や運動情報処理の生態学的意義について検討した。

2. 研究の目的

ヒトが複数の刺激全体に注意を向ける傾向が強いのにに対し、ハトでそうした傾向が見られない原因にはさまざまな可能性が挙げられる。静止図形を用いた研究から、ヒト

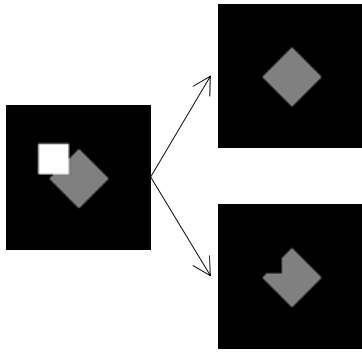


図4 アモータル補間が生じる例(上)と生じない例(下)

は、ハトに比べて、複数の物体をまとまりとして処理する傾向が強いことが知られている。

例えば、Navon 型の階層図形の知覚 (図 3、Navon, 1977; Cavoto & Cook, 2001)、アモータル補間の知覚 (図 4、Rauschenberger & Yantis, 2001; Rensink & Enns, 1998; Sekuler & Palmer, 1992; Cerella, 1980; DiPietro, Wasserman, Young, 2002; Fujita & Ushitani, 2005; Sekuler, Lee, & Shettleworth, 1996; Ushitani & Fujita, 2005; Ushitani, Fujita, & Yamanaka, 2001; Watanabe & Furuya, 1997)、パターン優位性効果 (図 5、Donis & Heinemann, 1993)、エビングハウス錯視 (図 6、Nakamura et al., 2008) などの先行研究例がある。

運動情報の処理に関しても、ある程度に関しては同様の傾向があると考えられるが、静止図形を用いた実験ほどは詳細に検討されていないのが実情である。

本研究では、知覚的体制化を促す条件について、静止図形を用いた先行研究との比較をしながら、さらに詳細に検討することを目的とした。

3. 研究の方法

運動情報の体制化を促す条件の検討として、知覚的体制化を促進すると考えられる実験的操作を加えた場合に、標的探索の方法がどのように変化するかを調べた。

斉一運動する物体と連動して刺激呈示領域全体を動かすと、ヒトでは、それらが一つのまとまりとして知覚されることが先行研究から報告されている (例えば、Matsuno & Tomonaga, 2006)。このような操作は、刺激呈示領域全体に注意を向けやすくすると考えられ、刺激呈示領域が静止していた実験 C で知覚的体制化が生じなかったハトでも、体制化が促進される可能性がある。本研究では、以下の 3 種類の条件をおこなった。

(1) 妨害刺激が斉一運動し、刺激呈示領域も妨害刺激と同じ方向に連動して動く。

(2) 妨害刺激が斉一運動し、刺激呈示領域は妨害刺激と異なる方向に動く。

(3) 個々の妨害刺激は互いに異なる方向に動き、刺激呈示領域はランダムに選ばれた 1

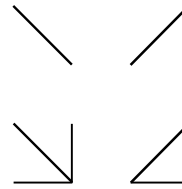


図5 パターン優位性効果の例

つの妨害刺激と同じ方向に連動して動く。

刺激呈示領域の運動により、ハトにおける斉一運動情報の体制化が促進されるのであれば、(1)における標的探索が最も容易になるだろうと予測した。

なお、本研究における視覚探索課題の手続きは以下の通りであった。

試行間間隔の後、モニタ画面の中央辺りに十字図形が呈示された。この十字図形に対して、被験者もしくは被験体が 1 度反応すると、その十字図形は消え、画面上に標的刺激と妨害刺激が呈示された。標的刺激もしくは妨害刺激のいずれかに対して 1 度反応があったら、即座に画面上の刺激と刺激呈示領域が消失した。標的刺激に対して反応があった場合には、強化が与えられた。しかし、妨害刺激に対して反応があった場合には、軽い罰 (タイムアウト) が与えられ、強化は与えられなかった。

通常のヒトを対象とした視覚探索課題では、セッション内の半分の試行では標的刺激が存在し、残りの半分の試行では標的刺激が存在せず、被験者は標的刺激の存在の有無を答える場合が多い (例えば、Royden ら, 2001)。しかしながら、比較知覚研究の場合、動物の行動様式に合った実験法を用いることが一般的である。そのため、本研究においては、上述したような手続きを用いることとした。

4. 研究成果

一連の研究の結果、ヒトでは、先行研究と類似した結果が得られることを確認した。しかし、ハトの結果は予想に反し、(3)に比べて(1)の条件で静止した標的刺激の探索が難化した。このことは、斉一運動する物体と連動して刺激呈示領域全体を動かしても、ハトではヒトと違って、それらが一つのまとまりとして知覚されず、運動情報の体制化を促す要因として機能していないことを示唆するものであると考えられる。

静止図形を用いた先行研究から、ヒトの全体志向的な情報処理傾向に対して、ハトでは局所志向的な情報処理傾向が示されてきた。こうした主観相違点が、運動情報が付加された状況においても頑健に生じるものであることを示した本研究結果を合わせて考えると、こうした情報処理傾向の違いが、運動情報の有無といったある特定の要因に規定されるものではないこと、領域普遍的にさまざまな環境場面において生じている可能性が

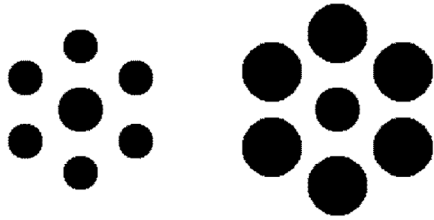


図6 エビングハウス錯視

あることを示唆するといえるだろう。

こうした情報処理の違いを生み出す要因には幾つか可能性があるが、そのなかの一つに、哺乳類と鳥類の脳構造の違いが挙げられる (Nguyen et al., 2004 など)。両者の脳は、構造的には大きく異なるが機能的には類似する点が多い (収斂進化) という報告もあるなかで、本研究結果は、機能的相違点が存在する可能性を提唱するものであるといえる。今後、さらにさまざまな比較研究をおこなっていくことで、脳機能メカニズムとの関連についても考察を深めていくことが期待される。

国内外における視知覚についてのこれまでの種比較研究は、変数が操作しやすく、装置の制約も少ない静止刺激を用いたものがほとんどであった。運動刺激を用いた研究もいくつかあったが、それぞれの研究において、運動に関する1つの現象を取り上げた散発的なものに終始しており、かつ、異なる運動パターン間の違いを弁別できるかどうかを調べるのに終始したものであった。これに対して本研究は、運動刺激を用いた視覚探索課題の種間比較研究を行うことにより、運動情報と視覚的注意の関係性を生態学的意義の観点から解明しようとする点において特色がある。

本研究結果は、「適切な環境認識のために、なぜ運動による外界事物の体制化がなされるのか」といった機能 (究極要因) の検討につながるものである。これは、至近要因の解明に努めてきたヒトを対象にした一連の先行研究に対して、視知覚系の進化の過程という点からの意義づけをおこなうものであると考えられる。また、別の意義として、少なくとも以下の3つが挙げられる。1) 運動刺激の弁別に関する先行研究や静止刺激を用いた知覚的体制化の研究 (本研究代表者らによる一連の比較錯視研究など) の再位置づけや体系化。2) 運動知覚処理の至近要因の解明に努めてきた、ヒトを対象にした研究に対する新たな視点の提供。3) 隣接研究領域に対する影響。例えば、ハトとヒトで運動情報処理過程がどのような点で大きく異なるかが明らかになった場合、そのような情報処理がどのように実現されているのかを計算論的にシミュレーションすること、その結果をロボット工学の分野などに応用することが考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

中村哲之 (2016). 動物におけるメタ認知研究. *東洋学園大学紀要*, 24, 13-23. 査読無

中村哲之 (2015). 動物の認知世界を探る研究法. *東洋学園大学紀要*, 23, 1-12. 査読無

中村哲之 (2014) トリの視覚世界から見える, ヒトの視覚世界 (Humans' visual world revealed by birds' visual world). *The Japanese Journal of Psychonomic Science*, 33, 96-101. 依頼原稿、査読無 DOI: <http://dx.doi.org/10.14947/psychono.33.18>

〔学会発表〕(計3件)

中村哲之 (2015). “違う” 視えから見える世界 ~ 比較錯視研究の意義 ~ 日本基礎心理学会第34回大会 (シンポジウム 企画「錯視と発達」における話題提供), 大阪樟蔭女子大学, 大阪府東大阪市, 11月29日.

Ushitani, Tomokazu, Nakamura, Noriyuki, & Jitsumori, Masako. (2014). Picture discrimination by pigeons in an RSVP task (3): Responses elicited by targets. 日本動物心理学会第74回大会, 京都大学霊長類研究所, 愛知県犬山市, 7月20日.

Jitsumori, Masako, & Nakamura, Noriyuki (2014). Picture discrimination by pigeons in an RSVP task (4): The effect of blank intervals. 日本動物心理学会第74回大会, 京都大学霊長類研究所, 愛知県犬山市, 7月20日.

〔図書〕(計5件)

中村哲之・藤田和生・牛谷智一 (2016, 印刷中). 第5部 学習と行動 5.4 比較認知の研究法 知覚に関わる方法 (辞典チャプター執) 日本基礎心理学会 (編) 「実験心理学ハンドブック」朝倉書店 掲載決定、印刷中

Fujita, Kazuo, Nakamura, Noriyuki, Watanabe, Sota, & Ushitani, Tomokazu. (in press) Comparative Visual Illusions: Evolutionary, cross-cultural, and developmental perspectives. In Call, J., Burghardt, G., Pepperberg, I., Snowdon, C., & Zentall, T. Shapiro, A., & Todorovic, D. (eds.), *APA Handbook of Comparative Psychology*. American Psychological Association, in press. 掲載決定、印刷中

Fujita, Kazuo, Nakamura, Noriyuki, & Watanabe, Sota. Visual illusion in a comparative perspective. In Shapiro, A., & Todorovic, D. (eds.), *The Oxford Compendium of visual illusions*. Oxford University Press, in press. 掲載決定、印刷中

中村哲之 (2015). 場を重んじる動物—ヒト—. *東洋学園大学ことばを考える会* (編) ことばのスペクトル「場」のコスモロジー (担当箇所 pp. 286-295) 双文社出版

中村哲之・渡辺茂・開一夫・藤田和生(2014)
心の多様性 脳は世界をいかに捉えている
か。(総ページ数 79,第1,4章執筆 pp. 4-21,
52-67)第1章:トリの「視る」世界—動物の
錯視と心,第4章:討論—心の多様性と現代
大学出版部協会

6. 研究組織

(1)研究代表者

中村 哲之 (NAKAMURA NORIYUKI)

東洋学園大学・人間科学部・専任講師

研究者番号:10623465